

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-274826

(43)Date of publication of application : 22.10.1993

(51)Int.Cl.

G11B 21/10
G11B 5/596
G11B 19/20

(21)Application number : 04-098927

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 25.03.1992

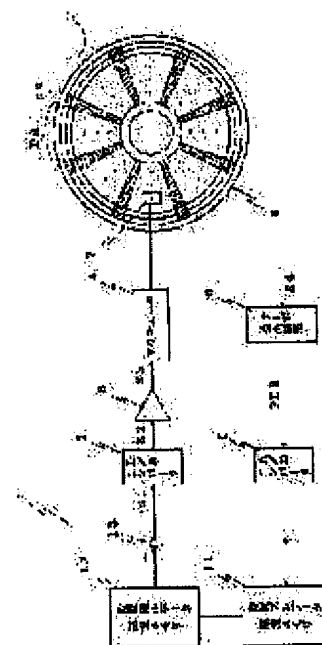
(72)Inventor : ITO NOBUHIKO
WATANABE YUSUKE

(54) MAGNETIC DISK DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the occurrence of a positional error by always detecting the positional error at the time of a track follow-up and updating a correction quantity.

CONSTITUTION: A positional error signal PES given via an A/D converter 5 for correcting the positional error is stored in a positional error data storage memory 11 by a CUP 1. Then, a component synchronized with the rotation of a disk is extracted from the signal PES and added to the content of a position correction data storage memory 12. By this operation, the position correction data optically stored in the position correction data storage memory 12 is further corrected to become new updated data. The updated position correction data (content of the memory 12) is added to previous correction driving instruction data by an adder 13 to generate correction driving instruction data S1 whose positional error is considerably reduced.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-274826

(43)公開日 平成5年(1993)10月22日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G11B 21/10	E	8425-5D		
5/598		9197-5D		
19/20	J	7525-5D		

審査請求 未請求 請求項の数7(全15頁)

(21)出願番号 特願平4-98927

(22)出願日 平成4年(1992)3月25日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 伊藤 伸彦

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72)発明者 渡辺 雄祐

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74)代理人 弁理士 宮川 俊崇

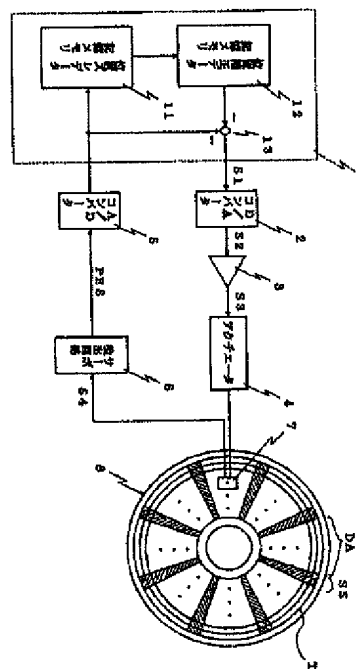
(54)【発明の名称】 磁気ディスク装置

(57)【要約】

【目的】 トラック追従時においても、磁気ディスクの偏心の補正を可能にすることにより、トラック追従性を向上させてデータのリード/ライトの信頼性を高める。

【構成】 トラック追従時にディスクの回転に同期する位置ズレを検出する手段と、検出された位置ズレの情報により記憶手段に記憶された位置補正情報を更新する手段とを設け、トラック追従時に、更新された位置補正情報によって位置ズレの補正を行う。

【効果】 トラック追従時にも、常に位置ズレを検出して補正量を更新しているので、偏心量が急激に変化した場合でも、適切な補正量を得ることができ、位置ズレの発生が低減される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の同心円状のトラックと、放射状に配置された複数のサーボ信号とを有する磁気ディスクと、前記サーボ信号によってディスクの回転に同期する位置ズレ量を検出し、該検出された位置ズレ量を補正するための位置補正情報を記憶する内部の記憶手段とを具備し、トラック追従時に、前記内部の記憶手段に記憶された位置補正情報を用いて位置ズレの補正を行う機能を有する磁気ディスク装置において、

トラック追従時にディスクの回転に同期する位置ズレを検出する位置ズレ検出手段と、

該検出された位置ズレの情報により前記内部の記憶手段に記憶された位置補正情報を更新する更新手段、とを備え、

トラック追従時に、前記更新手段により更新された位置補正情報によって位置ズレの補正を行うことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 請求項1の磁気ディスク装置において、位置ズレ量の検出に、サーボ信号を連続的に検出して記憶し、該記憶された位置ズレ情報をフーリエ変換することにより、ディスク回転周期の整数倍のサイン波成分と整数分の一のサイン波成分の内のいずれか一方または両方の成分を抽出する成分抽出手段を備え、

該成分抽出手段によって抽出された情報により位置補正情報の更新を行うことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項3】 請求項1の磁気ディスク装置において、ディスクの回転に同期する位置ズレ量を検出するために、予め定めた複数周回数に渡り、各サーボ信号における位置ズレ量をそれぞれ加算した後、それぞれを周回数で除した値を演算する演算手段を備え、

該演算手段によって演算された情報により位置補正情報の更新を行うことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項4】 複数の同心円状のトラックと、放射状に配置された複数のサーボ信号とを有する磁気ディスクと、前記サーボ信号によってディスクの回転に同期する位置ズレ量を検出し、該検出された位置ズレ量を補正するための位置補正情報を記憶する内部の記憶手段とを具備し、トラック追従時に、前記内部の記憶手段に記憶された位置補正情報を用いて位置ズレの補正を行う機能を有する磁気ディスク装置において、

トラック追従時にディスクの回転に同期する位置ズレを検出する位置ズレ検出手段と、

該検出された位置ズレ量と、予め設定された値との大きさを比較する位置ズレ量比較手段と、

前記検出された位置ズレの情報により前記内部の記憶手段に記憶された位置補正情報を更新する更新手段、とを備え、

トラック追従時に、検出された位置ズレ量が、予め設定された値よりも大きいとき、前記更新手段によって位置補正情報の更新を行うことを特徴とする磁気ディスク装

置。

【請求項5】 請求項4の磁気ディスク装置において、位置ズレ量の検出に、サーボ信号を連続的に検出して記憶し、該記憶された位置ズレ情報をフーリエ変換することにより、ディスク回転周期の整数倍のサイン波成分と整数分の一のサイン波成分の内のいずれか一方または両方の成分を抽出する成分抽出手段を備え、

該成分抽出手段によって抽出された情報により位置補正情報を生成することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項6】 請求項4の磁気ディスク装置において、位置補正情報を更新するための位置ズレ量の検出に、少なくとも1周回以上に渡り各サーボ信号における位置ズレ量の絶対値を順次加算した絶対値加算結果、あるいは順次自乗値化して加算する自乗値加算結果を算出する算出手段を備え、

該算出手段によって算出された値が、予め設定された値よりも大きいとき、更新手段によって位置補正情報の更新を行うことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項7】 請求項4の磁気ディスク装置において、磁気ディスクへの記録動作を禁止する記録動作禁止手段を備え、

トラック追従時に、検出された位置ズレ量が、予め設定された値よりも大きいとき、前記更新手段によって位置補正情報の更新を行う際、更新動作が終了するまで、前記記録動作禁止手段によって磁気ディスクへの記録動作を禁止することを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、光磁気ディスク装置や磁気ディスク装置、ファイル装置その他各種の磁気ディスク装置に係り、特に、トラック追従時においても、磁気ディスクの偏心の補正を可能にすることにより、トラック追従性を向上させて、データのリード/ライトの信頼性を向上させた磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置においては、磁気ディスクの偏心によって生じるトラックとヘッドとの位置ズレを補正する必要がある。従来の位置ズレ補正の制御技術では、予めサーボ信号によりディスク1周分の位置ズレを検出して、この位置ズレ量からディスクの回転に同期する成分を抽出し、この値を記憶しておき、ヘッドをトラックに追従する場合には、この記憶された位置ズレ量に対する補正動作を行うことによって、偏心を補正している。

【0003】 このような従来の位置ズレ補正制御技術、すなわち、磁気ディスク装置における磁気ディスクの偏心補正の制御技術では、同期成分の抽出および記憶処理を装置の起動時に行ない、起動後は、記憶された値を用いて補正動作を行うのが一般的であるが、大別すれば、次の3種類に分類できる。第1は、起動前に偏心を検出

し、その後は検出を行わない方式である。第2は、所定の周期(時間毎に)で、偏心を検出する方式である。第3は、起動完了前に、偏心を検出する方式である。

【0004】まず、従来の第1の磁気ディスクの偏心補正の制御技術について説明する。通常、オフトラック(ヘッドとトラックとの位置ズレ)を予め検出して記憶しておき、ヘッドをトラックに追従するときに、記憶された値を利用する。例えば、ステップモータによるセクタサーボにおいて、オフトラックを予め検出・記憶し、トラック追従時に利用したり(特開昭63-61478号公報)、ステップモータを使用すると共に、偏心検出用のトラックを設けて、同様に、予め検出・記憶したオフトラックを用いて磁気ディスクの偏心を補正したり(特開昭63-66776号公報)、あるいは、回転の1/2周期の位置ズレ成分も補正できるように、同じく、予め検出・記憶したオフトラックを用いて磁気ディスクの偏心を補正したり(特開平1-279474号公報)している。

【0005】ところで、ディスク装置では、ディスク回転体を構成する各部の熱膨張や収縮によって、ディスクの偏心量が増加する場合がある。しかし、これら従来の第1の制御方式では、いずれも、起動前にオフトラック(ヘッドとトラックとの位置ズレ)を予め検出して記憶しておき、その後は、検出動作を行わない。そのため、予め検出・記憶した位置ズレ量による補正動作では、必ずしも十分な補正が行われず、場合によって偏心量の増加に応じた位置ズレが生じる、という不都合がある。

【0006】従来の第2の制御技術では、このような不都合を解決するようにしている。そのために、ある一定の時間おきに、記憶する位置ズレ量を更新したり(特開昭63-263674号公報)、あるいは、シーク時に、位置ズレ量を更新したり、さらには、両者を結合して、一定時間の経過後のシーク時に、記憶する位置ズレ量を更新したりしている。ところが、ある一定の時間おきに、記憶する位置ズレ量を更新する従来の第2の制御方式では、偏心量が急激に変化した場合には、十分な対応ができない。すなわち、次の更新が行われるまでの間は、それ以前に検出・記憶した偏心量に対応する補正しか行われないので、急激に変化した位置ズレは補正されない。

【0007】また、シーク時に、位置ズレ量を更新する方式では、シーク動作を伴わない場合には、位置ズレ量が更新されないで、同様に、偏心量の急激な変化に対応することができない。このような不都合を解決する一つの対策として、この発明の発明者は、第3の制御方式、すなわち、起動完了前に、偏心を検出する方式を提案した(平成3年11月20日出願、特願平3-332662号、「ディスク装置」ほか)。

【0008】この第3の制御技術によれば、偏心記憶情報とディスクの回転の位相とを任意の値に設定すること

ができるので、位置ズレ量を最適値に設定することにより、トラック追従性を高めることが可能になる。しかし、この起動完了前に、偏心を検出する制御技術でも、ディスク回転体を構成する各部の熱膨張や収縮によって、ディスクの偏心量が急激に変化したときは、必ずしも充分に対応できない、という問題が残されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】この発明では、従来の磁気ディスク装置において、ディスクの偏心量が急激に変化したときは、位置ズレ量の補正が充分に行えない、という不都合を解決し、トラック追従時においても、磁気ディスクの偏心の補正を可能にすることによって、より高精度のトラック追従性を実現した磁気ディスク装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明では、第1に、複数の同心円状のトラックと、放射状に配置された複数のサーボ信号とを有する磁気ディスクと、前記サーボ信号によってディスクの回転に同期する位置ズレ量を検出し、該検出された位置ズレ量を補正するための位置補正情報を記憶する内部の記憶手段とを具備し、トラック追従時に、前記内部の記憶手段に記憶された位置補正情報を用いて位置ズレの補正を行う機能を有する磁気ディスク装置において、トラック追従時にディスクの回転に同期する位置ズレを検出する位置ズレ検出手段と、該検出された位置ズレの情報により前記内部の記憶手段に記憶された位置補正情報を更新する更新手段、とを備え、トラック追従時に、前記更新手段により更新された位置補正情報によって位置ズレの補正を行うように構成している。

【0011】第2に、上記の第1の磁気ディスク装置において、位置ズレ量の検出に、サーボ信号を連続的に検出して記憶し、該記憶された位置ズレ情報をフーリエ変換することにより、ディスク回転周期の整数倍のサイン波成分と整数分の一のサイン波成分の内のいずれか一方または両方の成分を抽出する成分抽出手段を備え、該成分抽出手段によって抽出された情報により位置補正情報の更新を行うように構成している。

【0012】第3に、上記の第1の磁気ディスク装置において、ディスクの回転に同期する位置ズレ量を検出するために、予め定めた複数周回数に渡り、各サーボ信号における位置ズレ量をそれぞれ加算した後、それぞれを周回数で除した値を演算する演算手段を備え、該演算手段によって演算された情報により位置補正情報の更新を行うように構成している。

【0013】第4に、複数の同心円状のトラックと、放射状に配置された複数のサーボ信号とを有する磁気ディスクと、前記サーボ信号によってディスクの回転に同期する位置ズレ量を検出し、該検出された位置ズレ量を補正するための位置補正情報を記憶する内部の記憶手段と

を具備し、トラック追従時に、前記内部の記憶手段に記憶された位置補正情報を用いて位置ズレの補正を行う機能を有する磁気ディスク装置において、トラック追従時にディスクの回転に同期する位置ズレを検出する位置ズレ検出手段と、該検出された位置ズレ量と、予め設定された値との大小を比較する位置ズレ量比較手段と、前記検出された位置ズレの情報により前記内部の記憶手段に記憶された位置補正情報を更新する更新手段とを備え、トラック追従時に、検出された位置ズレ量が、予め設定された値よりも大きいとき、前記更新手段によって位置補正情報の更新を行うように構成している。

【0014】第5に、上記の第4の磁気ディスク装置において、位置ズレ量の検出に、サーボ信号を連続的に検出して記憶し、該記憶された位置ズレ情報をフーリエ変換することにより、ディスク回転周期の整数倍のサイン波成分と整数分の一のサイン波成分の内のいずれか一方または両方の成分を抽出する成分抽出手段を備え、該成分抽出手段によって抽出された情報により位置補正情報を生成するように構成している。

【0015】第6に、上記の第4の磁気ディスク装置において、位置補正情報を更新するための位置ズレ量の検出に、少なくとも1周回以上に渡り各サーボ信号における位置ズレ量の絶対値を順次加算した絶対値加算結果、あるいは順次自乗値化して加算する自乗値加算結果を算出する算出手段を備え、該算出手段によって算出された値が、予め設定された値よりも大きいとき、更新手段によって位置補正情報の更新を行うように構成している。

【0016】第7に、上記の第4の磁気ディスク装置において、磁気ディスクへの記録動作を禁止する記録動作禁止手段を備え、トラック追従時に、検出された位置ズレ量が、予め設定された値よりも大きいとき、前記更新手段によって位置補正情報の更新を行う際、更新動作が終了するまで、前記記録動作禁止手段によって磁気ディスクへの記録動作を禁止するように構成している。

【0017】

【作用】この発明では、トラック追従時にディスクの回転に同期する位置ズレを検出する位置ズレ検出手段と、検出された位置ズレの情報により内部の記憶手段に記憶された位置補正情報を更新する更新手段とを設け、トラック追従時においても、更新手段により更新された位置補正情報によって位置ズレが補正できるようにしている（請求項1から請求項3の発明）。また、トラック追従時にディスクの回転に同期する位置ズレを検出する位置ズレ検出手段と、検出された位置ズレ量と予め設定された値との大小を比較する位置ズレ量比較手段と、検出された位置ズレの情報により内部の記憶手段に記憶された位置補正情報を更新する更新手段とを設け、トラック追従時においても、検出された位置ズレ量が予め設定された値よりも大きいとき、更新手段によって位置補正情報の更新を行えるようにしている（請求項4から請求項7

の発明）。

【0018】

【実施例1】次に、この発明の磁気ディスク装置について、図面を参照しながら、その実施例を詳細に説明する。この実施例は、請求項1の発明に対応しているが、請求項4の発明にも対応する。

【0019】図1は、この発明の磁気ディスク装置について、その要部構成の一実施例を示す機能ブロック図である。図において、1はCPUで、11はその位置ズレデータ記憶メモリ、12は位置補正データ記憶メモリ、13は加算器、2はD/Aコンバータ、3はパワーアンプ、4はアクチエータ、5はA/Dコンバータ、6はサーボ検出回路、7はヘッド、8は磁気ディスクで、Tはそのトラック、DAはデータ部、SSはサーボ信号部を示し、また、S1は補正駆動指示データ、S2は補正駆動指示電圧、S3はアクチエータ駆動電流、S4はサーボ信号、PESはヘッド7の位置ズレ信号を示す。

【0020】図1に示すこの発明の磁気ディスク装置は、主として、CPU1内に、位置ズレデータ記憶メモリ11と、位置補正データ記憶メモリ12と、加算器13とを設けている点で、従来の磁気ディスク装置と異なっている。そして、トラック追従時でも、常に位置ズレを検出して位置補正情報を更新するので、偏心量が急激に変化した場合にも、適切な補正量に切換えることが可能である。

【0021】まず、従来と共通する基本的な動作について述べる。この図1に示すように、磁気ディスク8上には、放射状に配置されたn個のサーボ信号SSが記録されている。各サーボ信号SSは、ヘッド7を介して、サーボ検出回路6により検出される。サーボ信号部（SS）が、サーボ検出回路6によって検出されると、サーボ検出回路6からセクタパルス（セクタ信号）が発生される。

【0022】磁気ディスク8の回転位相を知るために、n個のサーボ信号SSの内、1個だけには、インデックス信号が含まれており、このインデックス信号が検出されると、サーボ検出回路6からインデックス信号が発生される。また、ヘッド7の位置ズレは、サーボ検出回路6によって、位置ズレ信号PES（Position Error Signal）として検出され、A/Dコンバータ5を介してCPU1に取り込まれる。

【0023】CPU1は、取り込んだ位置ズレ信号PESに見合った量の制御指示データ、すなわち、補正駆動指示データS1を出力し、このデータがD/Aコンバータ2とパワーアンプ3とを介して、アクチエータ4への駆動電流に変換され、ヘッド7の位置が修正される。以上の動作は、従来と共通であるが、このような動作を行っても、例えばディスク回転体を構成する各部の熱膨張や収縮によって、ディスクの偏心量が急激に変化すると、位置ズレが生じる。

【0024】この発明の磁気ディスク装置では、このような位置ズレを、CPU1によって補正する。すでに述べたように、CPU1には、位置ズレデータ記憶メモリ11、位置補正データ記憶メモリ12、および加算器13が設けられている。次に、CPU1について、詳しく説明する。このCPU1は、位置ズレを補正するために、A/Dコンバータ5を介して与えられた位置ズレ信号PESを、位置ズレデータ記憶メモリ11に記憶する。

【0025】その後、CPU1は、この位置ズレデータ記憶メモリ11に記憶した位置ズレ信号PESから、ディスクの回転に同期した成分を抽出して、位置補正データ記憶メモリ12の内容に加算する。このような動作によって、位置補正データ記憶メモリ12に記憶されていたデータ（先に記憶された位置補正データ）がさらに補正され、新たな更新データになる。そして、この更新された位置補正データ（位置補正データ記憶メモリ12の内容）が、加算器13によって従来の補正駆動指示データと加算され、位置ズレが著しく減少された補正駆動指示データS1が生成される。

【0026】図2は、この発明の磁気ディスク装置において、位置補正データの更新時の主要な処理の流れを示すフローチャートである。図において、#1～#3はステップを示す。

【0027】ステップ#1で、位置ズレ信号PESを位置ズレデータ記憶メモリ11に記憶する。ステップ#2で、位置ズレデータ記憶メモリ11に記憶されたデータから、ディスクの回転に同期した成分を抽出する。ステップ#3で、抽出した成分を、位置補正データ記憶メモリ12のデータに加算し、その加算結果を、新たに位置補正データ記憶メモリ12に記憶させる。

【0028】このような動作により、位置補正データ記憶メモリ12の内容は、常に、最新の位置ズレ量に対応して更新されることになる。そして、トラック追従時に、CPU1は、この位置補正データ記憶メモリ12に記憶されているデータを読み出して、トラックの追従制御を行う。

【0029】以上のように、この発明の磁気ディスク装置では、トラック追従時にも、常に位置ズレを検出して補正量（位置補正データ）を更新するようにしている。したがって、偏心量が急激に変化した場合でも、常に最適な補正量に切換えることができる。

【0030】なお、以上の実施例は、請求項1の発明に対応しているが、請求項4の発明でも、この図1の装置を使用する。請求項1の発明と、請求項4の発明との差は、前者の発明が、位置補正データ記憶メモリ12の内

容を、常に最新の位置ズレ量に対応して更新するのに対し、後者の発明では、位置ズレ量が、予め設定した値より大きくなったときのみ、位置補正データ記憶メモリ12の内容を更新する点である（後出の図6にフローチャートを示す）。

【0031】

【実施例2】次に、この発明の磁気ディスク装置について、他の実施例を説明する。この実施例は、請求項2の発明に関連しているが、請求項5の発明にも関連する。

【0032】この実施例でも、磁気ディスク装置の構成と動作は、先の実施例の図1と基本的に同様である。そして、この第2の実施例では、位置ズレデータ群、すなわち、CPU1内の位置ズレデータ記憶メモリ11に取り込まれた位置ズレ信号PESから、ディスクの回転に同期した成分を抽出するに際して、フーリエ変換を使用する点に特徴を有している。

【0033】先の図1に示した磁気ディスク装置で、磁気ディスク上の各トラックには、等間隔に複数のサーボ信号部SS7が設けられ、位置情報が記録されている。この位置情報が、ヘッド7で読まれることにより、ヘッドとトラックとのズレが電圧に変換された情報として得られる。ここで、ディスク一周分の位置情報（位置ズレ信号PES）を、フーリエ変換によって処理し、そのサイン波成分を抽出する方法について述べる。

【0034】図3は、ディスク一周分の位置情報から、フーリエ変換によって近似データを演算する手順の一例を説明する図で、(1)はディスク一周分の位置ズレ信号PES、(2)はそのコサイン波、(3)は後出の式(5)によって算出される近似データを示す。

【0035】ヘッドとトラックとの間のズレは、この図3(1)に実線で示すように、連続的なサイン波状の信号で得られる。この場合に、位置情報は、間隔をおいて存在しているので、その位置ズレ信号PESは、とびとびの値になる（横方向の短線）。

【0036】このような位置ズレ信号PESを、サーボ検出回路6によって検出し、A/Dコンバータ5でA/D変換してデジタル化した後、CPU1内の位置ズレデータ記憶メモリ11に記憶する。その後、デジタル化されたデータを、フーリエ変換により処理することによって、所定周期のサイン波成分を抽出する。

【0037】以下に、その原理を説明する。周期 2π の周期関数 $f(x)$ は、次の式(1)～(3)のように、フーリエ級数展開される。

【0038】

【数1】

$$f(x) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx) \quad \cdots (1)$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \cos nx \, dx \quad \cdots (2)$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \sin nx \, dx \quad \cdots (3)$$

(a_n , b_n は、フーリエ係数)

【0039】この周期関数 $f(x)$ の周期 2π の成分 ($n=1$) は、次の式(4)～(6)で示することができる。

$$f(x) = a_1 \cos x + b_1 \sin x \quad \cdots (4)$$

$$a_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \cos x \, dx \quad \cdots (5)$$

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \sin x \, dx \quad \cdots (6)$$

【0041】上の式(5)における $f(x) \cos x$ を、区間 $(0, 2\pi)$ で m 等分して、先の図3(3)に示すように近似すると、 a_1 は、次の式(7)で示することができる。同様に、 b_1 については、次の式(8)で示すことができ

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{2\pi}{m} f(x_0) \cos x_0 + \frac{2\pi}{m} f(x_1) \cos x_1 + \cdots \right. \\ &\quad \left. \cdots + \frac{2\pi}{m} f(x_{m-1}) \cos x_{m-1} \right\} \\ &= \frac{2}{m} \sum_{k=0}^{m-1} f(x_k) \cos x_k \quad \cdots (7) \end{aligned}$$

$$b_1 = \frac{2}{m} \sum_{k=0}^{m-1} f(x_k) \sin x_k \quad \cdots (8)$$

【0043】以上の原理を用いれば、検出された位置ズレ信号 PES から、ランアウトの成分を抽出することができる。ここで、 k をセクタ番号として、各セクタの位置ズレ信号 PES の値を、次の式(9)とし、また、CPU 1 内に設けるサインテーブルには、次の式(10)の値、

$$(\text{PESの値}) = f(x_k) \quad \cdots (9)$$

$$(\text{サインテーブルの値}) = \sin x_k \quad \cdots (10)$$

$$(\text{コサインテーブルの値}) = \cos x_k \quad \cdots (11)$$

【0045】そして、サインテーブルとコサインテーブルとを使用し、先の式(7)と(8)に基づいて、 a_1 と b_1 とを算出する。以上の処理によって得られた a_1 と b_1 とを、式(4)へ代入すれば、周期 2π の成分の任意の位相での値(位置ズレ量)を演算することができる。

【0046】なお、この式(4)における「 $\cos x$ 」と「 $\sin x$ 」についても、CPU 1 内に設けたコサインテーブルとサインテーブルとを使用すれば簡単に処理でき

同じくコサインテーブルには、次の式(11)の値、をそれぞれ記憶させておく。

【0044】
【数4】

る。この第2の実施例では、以上のような処理(手順)によって、周期 2π 、すなわち、ディスクの回転周期と同じ同期の成分を抽出する。

【0047】なお、先の式(2)と(3)において、 n を変化させて、 $n=1, 2, \dots$ とすれば、 $1/2$ 周期、 $1/3$ 周期、 \dots の成分を抽出することができ、 $n=1/2, 1/3, \dots$ とすれば、2倍周期、3倍周期、 \dots の成分を抽出することができる。この場合にも、CPU

1内に、それぞれコサインテーブルとサインテーブルとを設けておけば、同様に、簡単な演算処理が可能になる。

【0048】なお、以上の第2の実施例は、請求項2の発明に対応しているが、請求項5の発明でも、同様に、図1の装置を使用し、フーリエ変換によってディスクの回転周期と同じ同期の成分を抽出して、位置ズレ量を検出する。請求項2の発明と請求項5の発明との差は、先の請求項1と請求項4の発明との対応関係と同様で、前者の発明が、位置補正データ記憶メモリ12の内容を、常に最新の位置ズレ量で更新するのに対して、後者の発明では、位置ズレ量が予め設定した値より大きくなったときのみ、位置補正データ記憶メモリ12の内容を更新する点にある。

【0049】

【実施例3】次に、この発明の磁気ディスク装置について、第3の実施例を説明する。この実施例は、請求項3の発明に対応している。この実施例でも、磁気ディスク装置の構成は、図1と基本的に同様であり、位置ズレ量の算出方法に特徴を有している。

【0050】第3の実施例では、ディスクの回転に同期する位置ズレ量を検出するために、予め定めた複数周回数に渡って、各サーボ信号における位置ズレ量をそれぞれに加算した後、各加算結果を、周回数で除することによって、平均的な位置ズレ量を算出している。最初に、磁気ディスク上に設けられた記録／再生トラックの状態について説明する。

【0051】図4は、磁気ディスク上に設けられた記録／再生トラックの状態の一例を概念的に示す図である。図における符号は図1と同様であり、また、SS0～SS7は放射状の位置に設けられたサーボ信号部（位置情報）を示す。

【0052】この図4に示すように、磁気ディスク上の各トラックには、等間隔に放射状の複数のサーボ信号部SS0～SS7が設けられ、位置情報が記録されている。この位置情報が、ヘッド7で読まれることにより、ヘッドとトラックとのズレが電圧に変換された情報として得られる。

【0053】次の図5に、この図4のサーボ信号部SS0～SS7から得られる情報を示すが、理解を容易にするために、位置補正データと並べて図示する。また、位置補正データを更新するためのデータも、同時に示す。

【0054】図5は、この発明の磁気ディスク装置において、位置補正データ記憶メモリ12に格納される位置補正データと、サーボ信号部SS0～SS7から読み取られて位置ズレデータ記憶メモリ11に記憶される位置ズレデータ、および位置補正データを更新するデータについて、その構造の一例を示す図である。

【0055】図5の中段の位置ズレデータ記憶メモリ11（図1と同じ）は、磁気ディスク8上のn周回に渡っ

て、各サーボ信号（SS0～SS7）をそれぞれ記憶させるためのメモリである。このメモリ11には、図5の中段に詳しく示したように、現周回、前周回、前々周回、……、n周回前、……のように、1周回毎の位置ズレデータが複数のデータとして記録される。

【0056】この図5の中段の位置ズレデータで、添字は周回を示し、また、現周回のデータの内、括弧内のデータは、これから読み込まれるデータ（これから周回されて収集されるデータ）が記憶される位置を示している。なお、図5の上方に示す位置補正データ記憶メモリ12には、それ以前に演算された各サーボ信号（SS0～SS7）毎の位置補正データ（図5では、データ「イ」～「チ」で示す）が、それぞれ格納されている。

【0057】そして、所定数の周回のサーボ信号が読み取られ、位置ズレデータ記憶メモリ11に全てのデータが格納された時点で、新たに読み込まれた位置ズレデータに基いて、位置補正データ記憶メモリ12に記憶されている位置補正データを更新するため、すなわち、新たな位置ズレデータに応じた位置補正データ（更新データ）を演算生成するために、図5の最下行に示す演算式による演算を行う。この演算は、放射状の位置毎（サーボ信号SS0～SS7毎）に行い、その演算結果を、それ以前の位置補正データが格納された位置補正データ記憶メモリ12の内容に加算して、新たなデータを得る。

【0058】以上の動作を、例えば磁気ディスク8のn周回毎に行い、位置ズレデータ記憶メモリ11の内容である位置ズレデータをクリアして、n周回の全てのデータを収集し、更新のためのデータの生成（演算）を実行する。したがって、メモリ12に記憶される位置補正データは、常に、最新の位置ズレデータに対応して更新されたデータになる。

【0059】以上の動作によって、メモリ11に記憶された位置ズレデータ群が、放射状の位置毎（サーボ信号SS0～SS7毎）に平均化されるので、不要なノイズが除去され、その位置の平均的なズレ量が検出される。そのため、更新するデータ（図5の最下行に示す演算式によるデータ）には、回転に同期した位置ズレの成分が抽出されることになり、位置ズレが著しく低減された位置補正データが得られる。

【0060】なお、図5に関連して説明した演算方法は、一実施例であり、例えば、その他の方法として、各周回毎に、更新のデータを演算することも可能である。すなわち、一度、n周回に渡る位置ズレデータを位置ズレデータ記憶メモリ11に記憶させた後は、すでにn周回に渡るデータが存在しているので、その後の1周回毎（サーボ信号SS0～SS7からの位置ズレデータが各1つずつ収集される都度）に、これらのn周回分の位置ズレデータを用いて、更新のデータを演算することも可能である。

【0061】さらに、同様な演算処理は、必ずしも、周

回毎に行う必要はなく、セクタ毎に行うことも可能である。また、抽出のための計算処理は、周回数を2の n 乗($n=1$ 以上)に設定すれば、CPU(マイクロコンピュータ)の処理が比較的安易であるから、その所要時間が短くなる、という利点もある。

【0062】以上に説明した第3の実施例では、ディスクの回転に同期する位置ズレ量を検出するために、予め定めた複数周回数に渡って、各サーボ信号における位置ズレ量をそれぞれ加算した後、それぞれを周回数で除した値によって、位置ズレを補正するための補正データを演算(生成)している。したがって、不要なノイズが除去され、その位置の平均的なズレ量が検出されるので、更新するデータには、回転に同期した位置ズレの成分が正確に抽出されることになる。

【0063】

【実施例4】次に、この発明の磁気ディスク装置について、第4の実施例を説明する。この実施例は、請求項4の発明に対応している。この実施例は、先の第1の実施例の改良に相当し、常に位置ズレ量を検出する点は共通であるが、その更新動作は、位置ズレ量が予め設定された所定の値よりも大きくなった場合のみ行う点で、第1の実施例と異なっている。

【0064】この実施例も、その構成は、先の図1と基本的に同様である。また、CPU1は、位置ズレ量が予め設定された所定の値よりも大きくなったか否かを判断するために、次の図6に示すフローに従った制御を行う。

【0065】図6は、この発明の磁気ディスク装置において、位置補正データの更新時の主要な処理の流れを示すフローチャートである。図において、#11~#14はステップを示す。

【0066】ステップ#11で、位置ズレ信号PESを位置ズレデータ記憶メモリ11に記憶する。次のステップ#12で、位置ズレデータ記憶メモリ11に記憶されたデータから、ディスクの回転に同期した成分を抽出する。ステップ#13で、抽出した成分が、所定の値よりも大きいかどうかチェックする。

【0067】もし、所定の値よりも大きくなければ、再び、先のステップ#11へ戻り、以下、同様の処理を行う。また、所定の値よりも大きいときは、次のステップ#14へ進み、抽出した成分を、現在(前周回終了時)の位置補正データ記憶メモリ12のデータに加算して、更新するデータを演算し、位置補正データ記憶メモリ12に記憶させる。

【0068】したがって、位置補正データ記憶メモリ12の内容は、検出された位置ズレデータに、所定の値よりも大きなズレが生じたときは、常に最新の位置ズレ量に対応する補正データで更新されることになる。CPU1は、トラック追従時に、この位置補正データ記憶メモリ12に記憶されているデータを読み出して、追従制御

を行う。以上のステップ#11~#14の処理によって、この実施例による偏心補正が実行され、偏心量が急激に変化した場合でも、位置ズレの発生が低減される。

【0069】

【実施例5】次に、第5の実施例を説明する。この実施例は、請求項5の発明に対応している。この実施例は、先の第2の実施例の改良に相当し、常に位置ズレ量を検出する点は共通であるが、その更新動作は、位置ズレ量が予め設定された所定の値よりも大きくなった場合のみ行う点で異なっている。

【0070】具体的にいえば、位置ズレデータ群、すなわち、CPU1内の位置ズレデータ記憶メモリ11に取り込まれた位置ズレ信号PESから、ディスクの回転に同期した成分を抽出するに際して、フーリエ変換を使用する点は、先の第2の実施例と同様であり、また、更新動作は、位置ズレ量が予め設定された所定の値よりも大きくなった場合のみ行う点は、先の第4の実施例と同様である。したがって、その詳細な説明は省略する。

【0071】

【実施例6】次に、第6の実施例を説明する。この実施例は、請求項6の発明に対応している。この第6の実施例では、先に実施例4として説明した更新の実施を行うか否かの判定、すなわち、位置ズレ量が予め設定された所定の値よりも大きくなったか否かの判定に際して、1つの代表値(位置ズレ量)を使用して判定を行う。

【0072】磁気ディスク装置においては、位置ズレデータに、正の値と負の値の両方の値が存在する。そのため、単純に加算すると、実際には位置ズレが多く存在しているにもかかわらず、加算結果としては、「0」ないしは「0」に近い値になる、というケースが発生する。

【0073】この実施例では、正負の符号に関係なく位置ズレの有無を示す1つの方法として、各位置ズレデータ($a_0 \sim h_0$)の絶対値を加算して、その代表値とする。このような加算方法を採用すれば、上述のような不都合は生じない。代表値の算出には、例えば、
$$\text{代表値} = |a_0| + |b_0| + |c_0| + \dots + |h_0|$$
の式を用いる。

【0074】また、位置ズレのズレ度合を評価する上では、自乗した値を用いる方法も知られているので、代表値は、

$$\text{代表値} = a_0^2 + b_0^2 + c_0^2 + \dots + h_0^2$$

となる。これらの演算式によって得られた代表値を、予め設定された値と比較して、位置ズレ量の大小を判定する。

【0075】この実施例でも、その構成は、先の図1と基本的に同様である。また、CPU1は、位置ズレ量が予め設定された所定の値よりも大きくなったか否かを判断するために、次の図7に示すフローに従った制御を行う。

【0076】図7は、この発明の磁気ディスク装置にお

いて、位置補正データの更新時の主要な処理の流れを示すフローチャートである。図において、#21～#26はステップを示す。

【0077】ステップ#21で、位置ズレデータの絶対値を加算したり、その自乗値を加算したりして、判定のための位置ズレ量の代表値を算出する。ステップ#22で、算出された代表値が、所定の値よりも大きいかどうかチェックする。

【0078】もし、代表値の方が、所定の値よりも小さい（位置ズレが小）ときは、そのままこの図7のフローを終了する。また、代表値の方が所定の値よりも大きい（位置ズレが大）ときは、ステップ#23へ進み、更新動作開始の信号を発生する。ステップ#24で、更新するデータを生成（演算）する。

【0079】ステップ#25で、位置補正データを更新する。ステップ#26へ進み、更新動作を終了（先のステップ#23の更新動作開始の信号を停止）して、この図7のフローを終了する。以上のステップ#21～#26の処理によって、代表値による更新の要否の判定および必要な更新処理が実行される。

【0080】このように、位置ズレ量として代表値を用いることにより、突発値に対する判定誤りや、回転非同期成分の影響による判定誤り等が発生することが防止され、正確な判定が可能になる。また、代表値の算出処理は、必ずしも、常に行う必要はなく、随時行うことによって、更新の要否の判定が合理的に行われ、しかも、代表値の算出時間の短縮も可能になる。

【0081】

【実施例7】次に、第7の実施例を説明する。この実施例は、請求項7の発明に対応している。この第7の実施例では、先に第4から第6の実施例として説明した更新の実施を行うか否かを判定した結果、位置ズレ量の方が予め設定された所定の値よりも大きくて、位置補正データの更新動作を行う場合に、更新動作中、記録データの書き込みを禁止する。

【0082】更新動作を行う必要がある、と判定された状態は、位置ズレが存在していることを意味しており、データを記録すべき状態も、当然悪化している。そこで、位置補正データを更新する間は、記録動作を禁止して、偏心が補正された良好な状態が得られてから、データの記録動作を行う。

【0083】図8は、この発明の磁気ディスク装置において、位置補正データの更新中、記録動作を禁止する回路の一実施例を示すブロック図である。図において、41と42はゲート回路を示す。

【0084】この図8で、上方に示す「更新動作信号」は、先の図7のフローで、ステップ#23の「更新動作開始の信号」に相当する。この信号は、状態を示す信号の一種である。この「更新動作信号」が「H」の間は、記録指令が入力されても、上方のゲート回路41から

は、「記録動作指示信号」が発生されない。代りに、下方のゲート回路42から、「記録動作失敗信号」が発生される。

【0085】このような「記録動作指示信号」や「記録動作失敗信号」を、外部の上位装置等へ伝達することにより、システムの磁気ディスク装置の状況を知ることができると共に、記録動作に対する保護や、動作指令に対する応答も可能になる。

【0086】

【発明の効果】請求項1の発明では、トラック追従時にも、常に位置ズレを検出して補正量を更新している。したがって、偏心量が急激に変化した場合でも、適切に補正量を切替えることができ、位置ズレの発生が低減される。

【0087】請求項2の発明では、先の請求項1の発明において、偏心量の抽出方式を改良している。したがって、請求項1の発明と同様に、偏心量が急激に変化した場合でも、適切に補正量を切替えることができ、位置ズレの発生が低減される。

【0088】請求項3の発明では、位置ズレデータ群は、放射状の位置毎に平均化されるので、不要なノイズが除去され、その位置の平均的なズレ量が検出される。その結果、更新するデータは、回転に同期した位置ズレの成分が抽出され、また、更新するためのデータを生成する計算で、周回数を2の n 乗（ $n=1$ 以上）に設定すれば、マイクロコンピュータにおける計算処理が、比較的安易なため、データ生成の所要時間が短くなる。

【0089】請求項4の発明では、常に位置ズレを検出し、そのズレ量が所定の値よりも大きくなった場合に、補正量を更新している。したがって、先の請求項1の発明と同様に、偏心が急激に変化した場合でも、適切に補正量を切替えることができ、位置ズレの発生が低減されると共に、補正量の処理が簡略化される。

【0090】請求項5の発明では、先の請求項4の発明において、請求項2の発明と同様の偏心量の抽出方式を採用している。したがって、請求項4の発明と同様に、偏心が急激に変化した場合でも、適切に補正量を切替えることができ、位置ズレの発生が低減される。

【0091】ところで、補正量の更新の要否を判定する際に、多数の位置、例えば、放射状の位置毎に比較して判定すると、突発値に対する判定誤りや、回転非同期成分の影響に対する判定誤り等が発生すると共に、比較判定の回数の増加によって、判定に際しての所要時間も長くなる、という問題がある。請求項6の発明では、このような問題に対して、代表値を随時算出するので、補正量の更新の要否の判定を、合理的かつ短時間に行うことが可能になる。

【0092】請求項7の発明では、検出された位置ズレ量が所定の値よりも大きいと判定されて、補正データの更新を行う動作に際し、磁気ディスクへの記録動作を更新

動作が終了するまで禁止している。そのために、更新動作開始の信号などを利用して、更新動作が行われていることを外部の上位装置等へ通知するので、磁気ディスク装置の動作状況を系統的に判断することができ、記録動作に対する保護や、動作指令に対する応答なども得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の磁気ディスク装置について、その要部構成の一実施例を示す機能ブロック図である。

【図2】この発明の磁気ディスク装置において、位置補正データの更新時の主要な処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】ディスク周分の位置情報から、フーリエ変換によって近似データを演算する手順の一例を説明する図である。

【図4】磁気ディスク上に設けられた記録／再生トラックの状態の一例を概念的に示す図である。

【図5】この発明の磁気ディスク装置において、位置補正データ記憶メモリ12に格納される位置補正データと、サーボ信号部SS0～SS7から読み取られて位置ズレデータ記憶メモリ11に記憶される位置ズレデータ、および位置補正データを更新するデータについて、

その構造の一例を示す図である。

【図6】この発明の磁気ディスク装置において、位置補正データの更新時の主要な処理の流れを示すフローチャートである。

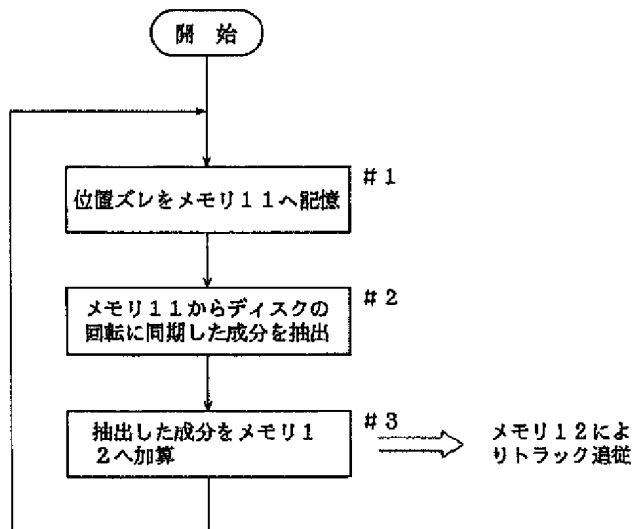
【図7】この発明の磁気ディスク装置において、位置補正データの更新時の主要な処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】この発明の磁気ディスク装置において、位置補正データの更新中、記録動作を禁止する回路の一実施例を示すブロック図である。

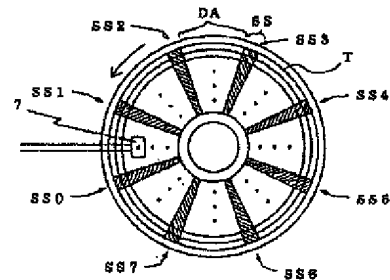
【符号の説明】

- 1 CPU
- 11 位置ズレデータ記憶メモリ
- 12 位置補正データ記憶メモリ
- 13 加算器
- 2 D/Aコンバータ
- 3 パワーアンプ
- 4 アクチュエータ
- 5 A/Dコンバータ
- 6 サーボ検出回路
- 7 ヘッド
- 8 磁気ディスク

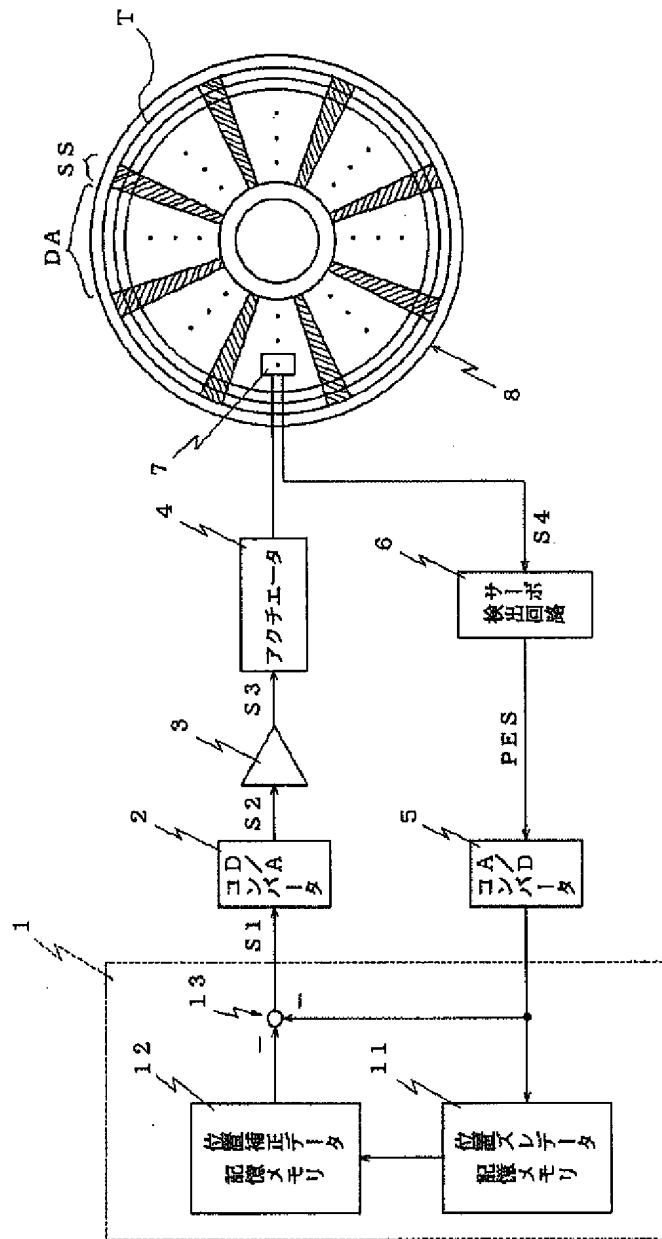
【図2】



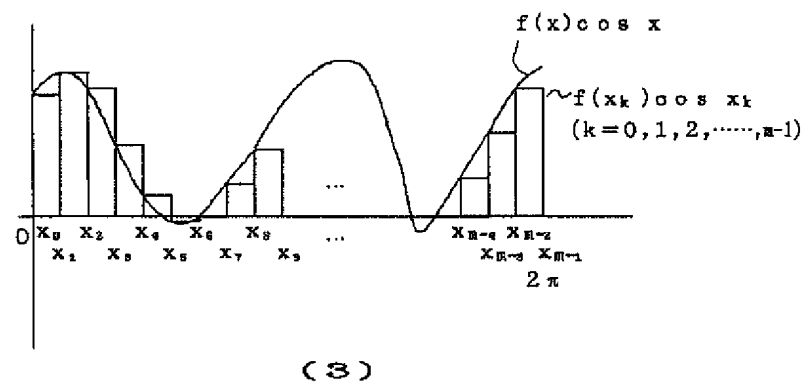
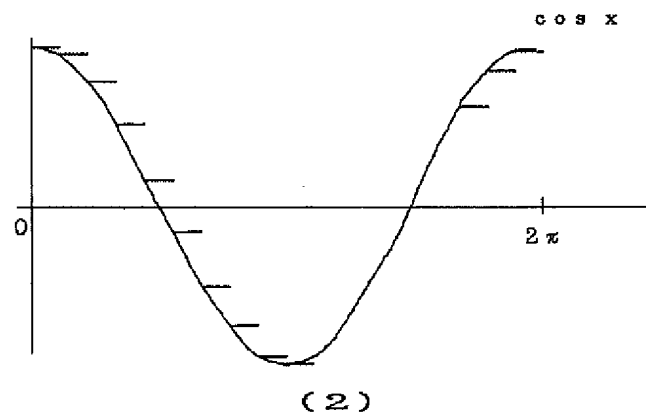
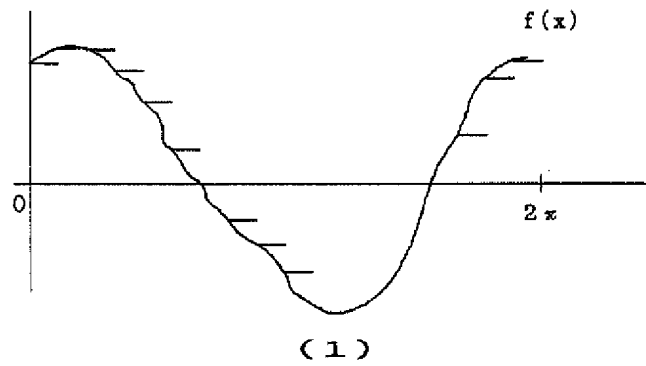
【図4】



【図1】



【図3】

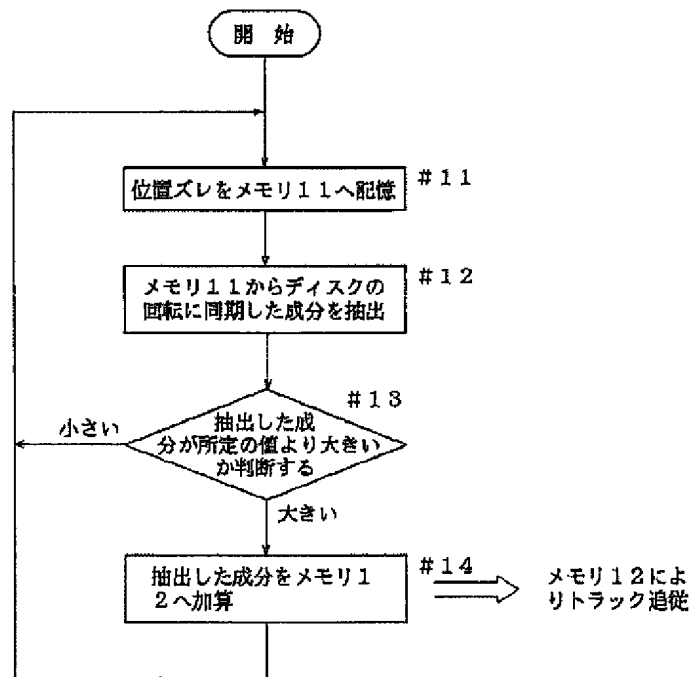


【図5】

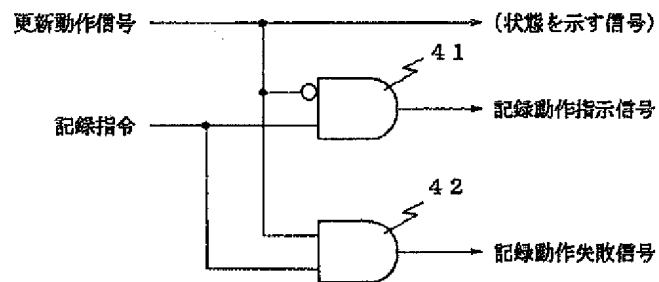
放射状の位置	SS0	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7
位置補正データ (メモリ12)	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	チ
位置ズレデータ (メモリ11)	現周回	(b_0)	(c_0)	(d_0)	(e_0)	(f_0)	(g_0)	(h_0)
	前周回	b_{-1}	c_{-1}	d_{-1}	e_{-1}	f_{-1}	g_{-1}	h_{-1}
	前々周回	b_{-2}	c_{-2}	d_{-2}	e_{-2}	f_{-2}	g_{-2}	h_{-2}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	n周回前	b_{-n}	c_{-n}	d_{-n}	e_{-n}	f_{-n}	g_{-n}	h_{-n}
位置補正データを 更新するデータ	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	注	イ+	ロ+	ハ+	ニ+	ホ+	ト+	チ+
	$\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n a_i$	$\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n b_i$	$\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n c_i$	$\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n d_i$	$\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n e_i$	$\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n f_i$	$\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n g_i$	$\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n h_i$

注：更新に際して $\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n x_i$ を算出する (xはa～hを示す)

【図6】



【図8】



【図 7】

